



REÇU 22 oct 2004	
OMPI	PCT

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 29 JUIN 2004

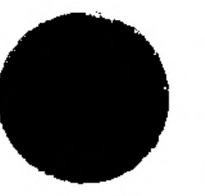
Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

SIEGE
26 bis, rue de Saint-Petersbourg
75800 PARIS cedex 08
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23
www.inpi.fr





26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11354*03

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE page 1/2



Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DD 540 e V / 210502

REMISE DES PIÈCES DATE 25 JUL 2003 LIEU 0309154 N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI 25 JUL. 2003		1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE CABINET NETTER 36 avenue Hoche 75008 PARIS	
Vos références pour ce dossier (facultatif) ONERA 306 (120889)			
Confirmation d'un dépôt par télécopie		<input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie	
2 NATURE DE LA DEMANDE		Cochez l'une des 4 cases suivantes	
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>	
Demande de brevet initiale ou demande de certificat d'utilité initiale		N°	Date
		N°	Date
Transformation d'une demande de brevet européen		<input type="checkbox"/>	Date
Demande de brevet initiale		N°	Date
3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) Procédé de brasage d'un alliage Ti-Al			
4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE		Pays ou organisation Date N° Pays ou organisation Date N° Pays ou organisation Date N° <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
5 DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases)		<input checked="" type="checkbox"/> Personne morale <input type="checkbox"/> Personne physique	
Nom ou dénomination sociale		ONERA (Office National d'Etudes et de Recherches aérospatiales)	
Prénoms			
Forme juridique		Etablissement Public à caractère industriel et commercial	
N° SIREN			
Code APE-NAF			
Domicile ou siège	Rue	29 avenue de la Division Leclerc	
	Code postal et ville	19 213 120 CHATILLON	
	Pays	FRANCE	
Nationalité		Française	
N° de téléphone (facultatif)		N° de télécopie (facultatif)	
Adresse électronique (facultatif)			
		<input type="checkbox"/> S'il y a plus d'un demandeur, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	

Remplir impérativement la 2^{ème} page

**BREVET D'INVENTION
CERTIFICAT D'UTILITÉ****REQUÊTE EN DÉLIVRANCE**
page 2/2**BR2**

REMISE DES PIÈCES DATE 25 JUL 2003 LIEU 75 INPI PARIS N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI		Réservé à l'INPI 0309154		DB 540 W / 210502	
6 MANDATAIRE (s'il y a lieu)					
Nom		ROUSSET			
Prénom		Jean-Claude			
Cabinet ou Société		Cabinet NETTER			
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel					
Adresse	Rue	36 avenue Hoche			
	Code postal et ville	75 008 PARIS			
	Pays	France			
N° de téléphone (facultatif)		01 58 36 44 22			
N° de télécopie (facultatif)		01 42 25 00 45			
Adresse électronique (facultatif)					
7 INVENTEUR(S)		Les inventeurs sont nécessairement des personnes physiques			
Les demandeurs et les inventeurs sont les mêmes personnes		<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non : Dans ce cas remplir le formulaire de Désignation d'inventeur(s)			
8 RAPPORT DE RECHERCHE		Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)			
Établissement immédiat ou établissement différé		<input checked="" type="checkbox"/>			
Paiement échelonné de la redevance (en deux versements)		Uniquement pour les personnes physiques effectuant elles-mêmes leur propre dépôt <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non			
9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES		Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Obtenue antérieurement à ce dépôt pour cette invention (joindre une copie de la décision d'admission à l'assistance gratuite ou indiquer sa référence): AG <input type="checkbox"/>			
10 SÉQUENCES DE NUCLEOTIDES ET/OU D'ACIDES AMINÉS		<input type="checkbox"/> Cochez la case si la description contient une liste de séquences			
Le support électronique de données est joint		<input type="checkbox"/>			
La déclaration de conformité de la liste de séquences sur support papier avec le support électronique de données est jointe		<input type="checkbox"/>			
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes					
11 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire) Paris, le 25 juillet 2003 Jean-Claude ROUSSET n° conseil 92-1217 (B)(M)		VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI C. CONTE			

Procédé de brasage d'un alliage Ti-Al

5 L'invention concerne un procédé pour fixer à la surface d'une première pièce en un premier matériau métallique un second matériau métallique en faisant fondre une brasure adaptée au second matériau, le premier matériau étant un alliage intermétallique Ti-Al.

10

L'alliage intermétallique γ -TiAl présente l'avantage, par rapport à d'autres alliages à base de titane, tels que l'alliage connu sous la dénomination TA6V, et aux alliages à base de nickel, utilisés habituellement pour fabriquer des composants de moteurs aéronautiques, de posséder une faible masse volumique, pour une résistance mécanique comparable à celle des aciers et des alliages de nickel précités, ce qui permet une réduction importante de la masse embarquée et donc de la consommation spécifique.

20

Cependant, les alliages intermétalliques de type TiAl ne peuvent être vissés, boulonnés ou rivetés sans risque de fissuration car ils sont fragiles à froid. Il est donc nécessaire d'utiliser une autre technique de liaison, à savoir collage, soudage ou brasage. Les assemblages collés ne peuvent être utilisés à des températures supérieures à 150 °C. Le soudage exige une compatibilité entre les matériaux à souder, qui n'existent pas par exemple entre les alliages à base de titane et les alliages à base de nickel, de cobalt et/ou de fer. Quant au brasage de ces mêmes matériaux, il se heurte à des difficultés du fait que le titane forme avec le nickel, le cobalt et le fer des eutectiques à bas points de fusion. Il est donc nécessaire d'avoir recours au brasage-diffusion.

35

US 4 869 421 A et EP 0 904 881 A décrivent des procédés de brasage limités à la liaison de deux pièces en aluminium de titane. US 5 318 214 A décrit un procédé de brasage appliqué notamment à l'assemblage d'une pièce en Ti_3Al et d'une pièce

en alliage de nickel commercialisé sous la dénomination Hastelloy X. Cependant, les présents inventeurs n'ont pas été en mesure d'obtenir une liaison en reproduisant le mode opératoire décrit dans ce document, Ti_3Al étant remplacé par $\gamma-TiAl$.

Le but de l'invention est de réaliser une liaison par brasage entre un premier matériau métallique qui est un alliage Ti-Al quelconque et un second matériau métallique qui peut être notamment un alliage de nickel, de cobalt, de fer ou de titane.

L'invention vise notamment un procédé du genre défini en introduction, et prévoit qu'on interpose une couche de nickel entre ladite première pièce et la brasure.

Des caractéristiques optionnelles de l'invention, complémentaires ou de substitution, sont énoncées ci-après:

- Le second matériau est sous forme d'une seconde pièce préexistante et dans lequel on presse la couche de nickel et la brasure entre les première et seconde pièces.

- Le second matériau est sous forme d'un revêtement qu'on applique sur l'ensemble formé par la première pièce, la couche de nickel et la brasure.

- La couche de nickel est sous forme d'une feuille préexistante.

- La couche de nickel est sous forme d'un revêtement.

- Le revêtement de nickel est déposé par voie électrolytique.

- La couche de nickel a une épaisseur d'au moins 30 μm et de préférence d'au moins 40 μm .

- Le second matériau est un alliage à base de nickel.

- On porte l'ensemble à traiter à une température supérieure à la température de fusion de la brasure pendant au moins dix minutes sous vide.

- 5 - On opère sous une pression résiduelle inférieure à 10^{-3} Pa.

L'invention a également pour objet une pièce métallique composite telle qu'on peut l'obtenir par le procédé tel que défini ci-dessus, comprenant un substrat en un alliage
10 intermétallique Ti-Al, recouvert d'une multiplicité de couches successives, à savoir une première couche contenant les phases $\alpha 2$ -Ti₃Al, $\tau 2$ -Ti₂AlNi et $\tau 3$ -TiAlNi, des seconde, troisième et quatrième couches formées respectivement des phases $\tau 4$ -TiAlNi₂ et γ' -Ni₃Al et de nickel, et une cinquième
15 couche de brasure reliant la quatrième couche à un autre matériau métallique.

La pièce selon l'invention peut comporter au moins certaines des particularités suivantes:

20

- Ladite première couche contient des îlots de $\alpha 2$ -Ti₃Al dispersés dans une matrice polyphasée comprenant $\tau 2$ -Ti₂AlNi et $\tau 3$ -TiAlNi.

- 25 - Ladite première couche comprend une première sous-couche de $\alpha 2$ -Ti₃Al et une seconde sous-couche polyphasée comprenant $\tau 2$ -Ti₂AlNi et $\tau 3$ -TiAlNi.

- Ladite première couche comprend une première sous-couche de
30 $\alpha 2$ -Ti₃Al, une seconde sous-couche de $\tau 2$ -Ti₂AlNi et une troisième sous-couche de $\tau 3$ -TiAlNi.

- Ledit autre matériau métallique est un alliage à base de nickel.

35

Les caractéristiques et avantages de l'invention sont exposés plus en détail dans la description ci-après, avec référence aux dessins annexés.

La figure 1 est une vue en coupe schématique montrant deux pièces métalliques à assembler entre lesquelles sont interposées deux feuilles métalliques utilisées pour l'assemblage par le procédé selon l'invention.

5

La figure 2 est une vue analogue à la figure 1, montrant l'assemblage obtenu par le procédé selon l'invention.

Les deux pièces à assembler représentées sur la figure 1 sont une pièce 1 en aluminiure de titane et une pièce 4 en alliage à base de nickel. Selon l'invention, on dépose la pièce 1 sur un clinquant de nickel 2 dont l'épaisseur est de préférence d'au moins 40 μm . L'ensemble est ensuite déposé sur un feuillard 3 d'une brasure classique qui peut être par exemple l'un des alliages connus sous les désignations TiCuNi 70, TiNi 67 et MBF 1006, ou du borure de nickel BNi_3 ou l'eutectique argent-cuivre, et le tout est déposé sur la pièce 4. On place l'empilement obtenu dans un four sous vide d'air dont la pression résiduelle est inférieure à 10^{-3} Pa et on chauffe à une température supérieure au point de fusion de la brasure 3. Pour améliorer la qualité du joint brasé, on peut soumettre l'empilement à une légère compression. Une durée du palier de température d'environ une heure permet d'obtenir une solidification de la brasure par diffusion de ses constituants dans les autres couches (solidification isotherme), conduisant à la structure représentée sur la figure 2.

Sur la figure 2, une couche d'interdiffusion 5 adjacente au substrat d'aluminiure de titane 1 est formée d'îlots de $\alpha_2\text{-Ti}_3\text{Al}$ 5-1 dispersés dans une matrice polyphasée 5-2 contenant les phases $\tau_2\text{-Ti}_2\text{AlNi}$ et $\tau_3\text{-TiAlNi}$. La couche 5 est suivie d'une couche continue 6 de la phase $\tau_4\text{-TiAlNi}_2$ puis d'une couche continue 7 de $\gamma'\text{-Ni}_3\text{Al}$, elle-même adjacente à la couche 2 de nickel pur. Entre cette dernière et la pièce 4 est interposée une couche 8 résultant de la diffusion des éléments de la brasure dans la couche 2 et dans la pièce 4.

Exemple 1

Cet exemple illustre le brasage d'une pièce en alliage γ -TiAl et d'une pièce en un alliage de nickel commercialisé sous la dénomination Nimonic 75. Pour ce faire, on insère une feuille de nickel de 60 μm d'épaisseur entre une brasure de TiCuNi et la pièce en aluminium de titane, la pièce en alliage de nickel étant directement au contact de la brasure. L'ensemble est porté, sous une pression de 5 kPa, à une température de 1050 °C sous un vide meilleur de 10^{-3} Pa pendant deux heures. À l'interface TiAl/nickel, de l'aluminium migre depuis TiAl vers le nickel. Il se forme ainsi quatre couches contenant respectivement 35 %, 39 %, 26 % et 13 % d'aluminium en atomes. Il en résulte un ensemble stable et exempt de fissures. Le titane ne semble pas avoir diffusé vers la brasure, sa teneur étant de 60 % en atomes à l'interface TiAl/Ni.

La feuille de nickel évite la diffusion de l'aluminium vers l'alliage de nickel. La brasure présente des précipités peu nombreux répartis de façon non homogène. Elle est constituée de plusieurs phases de compositions différentes, enchevêtrées les unes dans les autres, à savoir :

- une phase gris foncé de composition atomique Ti 54 %, Ni 30 %, Cr 10 % ;

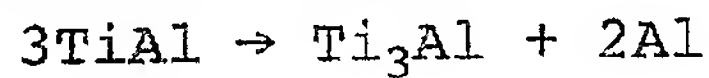
- une phase gris clair et une phase blanche, de compositions respectives Ni 45,5 %, Ti 38 % et Ni 62,5 %, Ti 26 %, correspondant aux phases TiNi et Ti_3Ni du diagramme binaire Ti-Ni ; et

- une phase noire de composition Ti 87 %, Ni 9 % (β -Ti).

Du nickel diffuse de l'alliage de nickel vers la brasure, comme le montre la présence de précipités de chrome pur à l'endroit de l'interface initiale. Une phase est également présente contenant du nickel, du titane et du chrome ($\alpha\text{Ti} + \eta\text{-Ni}_3\text{Ti} + \gamma\text{-NiCr}$), le titane pouvant provenir soit de la

brasure, soit du TiAl, vraisemblablement de ce dernier, la zone de fusion de la brasure étant appauvrie en titane. Le brasage fait appel aux réactions suivantes :

5 du côté de l'aluminiure de titane



et du côté de l'alliage de nickel



soit la réaction globale



Le gradient de concentration en titane qui en résulte se manifeste par la présence de différents composés définis le long du chemin de diffusion, constituant les couches 5 à 7 décrites plus haut en relation avec la figure 2. On est en
15 présence d'un équilibre thermodynamique.

Des échantillons brasés ont été vieillissés sous argon à 800 °C pendant 150 heures. La structure de l'interface alliage de nickel/brasure reste inchangée. La distance entre l'alliage
20 et la feuille de nickel diminue de 120 à 75 µm. Le front de diffusion du nickel a donc progressé. L'interface TiAl/nickel ne s'est pas déplacée, ce qui montre que la feuille de nickel arrête efficacement la diffusion de l'aluminium. L'homogénéité de la brasure est augmentée par le vieillissement.

25 Aucune évolution de l'interface alliage de nickel/brasure n'est constatée lorsque la durée de vieillissement est portée à 300 heures. La phase Ti-Ni-Cr, déjà réduite après 150 heures, est alors totalement redissoute dans sa matrice. Il
30 ne reste donc dans la matrice Ni₃Ti que des précipités de chrome.

Des essais mécaniques de cisaillements ont donné des valeurs de résistance $\tau = 221,4 \pm 7,5$ MPa. Un examen métallographique
35 après essai montre que les pièces brasées ne sont pas désolidarisées, mais que la fissuration produite a été déviée, de sorte qu'elle ne rendrait pas inutilisable un objet industriel obtenu selon cet exemple. Ceci indique que la couche de nickel joue le rôle d'un amortisseur qui absorbe

les contraintes thermomécaniques (par exemple dilatation) ou purement mécanique (cisaillement, fatigue).

Le remplacement de la brasure TiCuNi par un ruban de TiNi 67 conduit à une liaison ayant sensiblement la même structure.

Exemple 2

On procède comme dans l'exemple 1 en remplaçant la feuille de nickel par un dépôt électrolytique de nickel. Pour ce faire, on fait subir à l'aluminium de titane un prétraitement par sablage suivi d'une activation dans une solution aqueuse contenant 40 % d'acide nitrique et 3, 6 % d'acide fluorhydrique en masse. Le dépôt est effectué dans une solution de sulfamate de nickel bain mort prêt à l'emploi commercialisé par la Société Frappaz-Imaza, à une température de 45 °C et sous une densité de courant de 3 A/dm². Des essais préliminaires ayant montré que l'épaisseur de nickel devaient être au moins de 30 µm, on a choisi une valeur de 40 µm.

À l'issue du traitement de brasage, on obtient la même succession de couches que dans l'exemple 1, quelle que soit la brasure utilisée, TiCuNi 70 ou TiNi 67.

Exemple 3

En procédant comme dans l'exemple 2, on dépose une couche de nickel d'une épaisseur d'environ 50 µm sur une pièce en un alliage de nickel commercialisé sous la dénomination Hastelloy X. On utilise comme brasure l'eutectique argent-cuivre dont le point de fusion est 790 °C. Les points de fusion des différents eutectiques qui peuvent se former avec le titane sont les suivants : Ag-Ti 960 °C, fusion non eutectique, Cu-Ti 885 °C et 960 °C, NiTi 942 °C. La feuille de brasure est interposée entre le revêtement de nickel et une pièce en γ-TiAl et l'ensemble est porté à une température de 820 °C, inférieure de 65 °C au plus bas des points de fusion ci-

dessus, sous une pression mécanique de 5 kPa et un vide meilleur que 10^{-3} Pa pendant une heure. À l'issue de ce traitement, l'examen métallographique montre une liaison parfaite présentant les mêmes couches contenant Ti et Al que précédemment, et, en contact avec l'alliage de nickel, une couche de AgCu suivie d'une couche de NiCuAg. Si on remplace la brasure Ag-Cu par de l'argent pur, avec une pression d'accostage d'environ 1 MPa, la couche adjacente à l'alliage de nickel et de l'argent, suivie d'une couche de γ -Ni.

10

Dans les deux cas, la couche de nickel, en équilibre thermodynamique avec l'aluminiure de nickel, agit en absorbant les contraintes mécaniques comme indiqué plus haut.

15 Exemple 4

Cet exemple concerne le brasage de γ -TiAl avec un alliage de nickel commercialisé sous la dénomination N 18, et vise à résoudre le problème difficile, compte tenu de la fragilité à froid des alliages de type γ -TiAl, de la fixation des aubes mobiles de compresseurs de turbines aéronautiques sur des disques en alliage N 18, ce dernier étant un alliage à base de nickel contenant en masse 15,5 % de cobalt, 11,5 % de chrome, 6,5 % de molybdène, 4,3 % d'aluminium, 4,3 % de titane et des traces de zirconium, de carbone, de bore et de hafnium.

On procède comme dans l'exemple 2 en remplaçant l'alliage Nimonic 75 par l'alliage N 18 et en utilisant comme brasure TiNi 67. À l'issue de ce traitement, l'interface TiAl/Ni est semblable à celle obtenue dans les exemples précédents. La zone de diffusion entre l'alliage de nickel et la brasure est composée de précipités de titane et de phase chrome-molybdène. L'assemblage peut fonctionner à des températures de 800 °C pendant plus de 300 heures.

Exemple 5

Cet exemple illustre la formation sur une pièce en γ -TiAl d'une barrière de protection contre l'oxydation et la corrosion à chaud.

On réalise un revêtement de nickel sur un échantillon de γ -TiAl comme décrit dans l'exemple 2, et on recouvre ce revêtement d'une feuille de brasure TiNi 67, puis d'une feuille d'une épaisseur de 0,1 mm obtenue par frittage à partir d'un alliage de type MCrAlY disponible sous la dénomination AMDRY 997, qui est un alliage à base de nickel contenant en masse 23 % de cobalt, 20 % de chrome, 8,5 % d'aluminium, 4 % de tantale et 0,6 % d'yttrium. Un traitement thermique sous vide est effectué comme décrit dans l'exemple 2. À l'issue de ce traitement, l'examen métallographique montre une liaison parfaite présentant la séquence de couches déjà décrite du substrat TiAl jusqu'à la feuille de nickel. La feuille de MCrAlY est fortement adhérente et peut ainsi assurer une protection contre l'oxydation et la corrosion à chaud, notamment en présence de phases condensées ou non contenant du chlore.

En variante, l'alliage MCrAlY, au lieu d'être appliqué sous forme d'une feuille, peut être projeté au moyen d'une torche à plasma comme connu en soi.

Revendications

1. Procédé pour fixer à la surface d'une première pièce (1) en un premier matériau métallique un second matériau métallique (4) en faisant fondre une brasure (3) adaptée au second matériau, le premier matériau étant un alliage intermétallique Ti-Al, caractérisé en ce qu'on interpose une couche de nickel (2) entre ladite première pièce (1) et la brasure (3).
5
- 10 2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel le second matériau est sous forme d'une seconde pièce préexistante (4) et dans lequel on presse la couche de nickel (2) et la brasure (3) entre les première et seconde pièces (1, 4).
- 15 3. Procédé selon la revendication 1, dans lequel le second matériau est sous forme d'un revêtement qu'on applique sur l'ensemble formé par la première pièce, la couche de nickel et la brasure.
- 20 4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la couche de nickel est sous forme d'une feuille préexistante (2).
- 25 5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel la couche de nickel est sous forme d'un revêtement.
6. Procédé selon la revendication 5, dans lequel le revêtement de nickel est déposé par voie électrolytique.
- 30 7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la couche de nickel (2) a une épaisseur d'au moins 30 μm et de préférence d'au moins 40 μm .
- 35 8. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le second matériau est un alliage à base de nickel.

9. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel on porte l'ensemble à traiter à une température supérieure à la température de fusion de la brasure pendant au moins dix minutes sous vide.

5

10. Procédé selon la revendication 9, dans lequel on opère sous une pression résiduelle inférieure à 10^{-3} Pa.

10 11. Pièce métallique composite telle qu'on peut l'obtenir par le procédé selon l'une des revendications précédentes, comprenant un substrat (1) en un alliage intermétallique Ti-Al, recouvert d'une multiplicité de couches successives, à savoir une première couche (5) contenant les phases $\alpha 2$ -Ti₃Al, $\tau 2$ -Ti₂AlNi et $\tau 3$ -TiAlNi, des seconde, troisième et quatrième
15 couches (6, 7, 2) formées respectivement des phases $\tau 4$ -TiAlNi₂ et γ' -Ni₃Al et de nickel, et une cinquième couche (8) de brasure reliant la quatrième couche (2) à un autre matériau métallique (4).

20 12. Pièce selon la revendication 11, dans laquelle ladite première couche (5) contient des îlots (5-1) de $\alpha 2$ -Ti₃Al dispersés dans une matrice polyphasée (5-2) comprenant $\tau 2$ -Ti₂AlNi et $\tau 3$ -TiAlNi.

25 13. Pièce selon la revendication 11, dans laquelle ladite première couche comprend une première sous-couche de $\alpha 2$ -Ti₃Al et une seconde sous-couche polyphasée comprenant $\tau 2$ -Ti₂AlNi et $\tau 3$ -TiAlNi.

30 14. Pièce selon la revendication 11, dans laquelle ladite première couche comprend une première sous-couche de $\alpha 2$ -Ti₃Al, une seconde sous-couche de $\tau 2$ -Ti₂AlNi et une troisième sous-couche de $\tau 3$ -TiAlNi.

35 15. Pièce selon l'une des revendications 11 à 14, dans laquelle ledit autre matériau métallique (4) est un alliage à base de nickel.

1/1

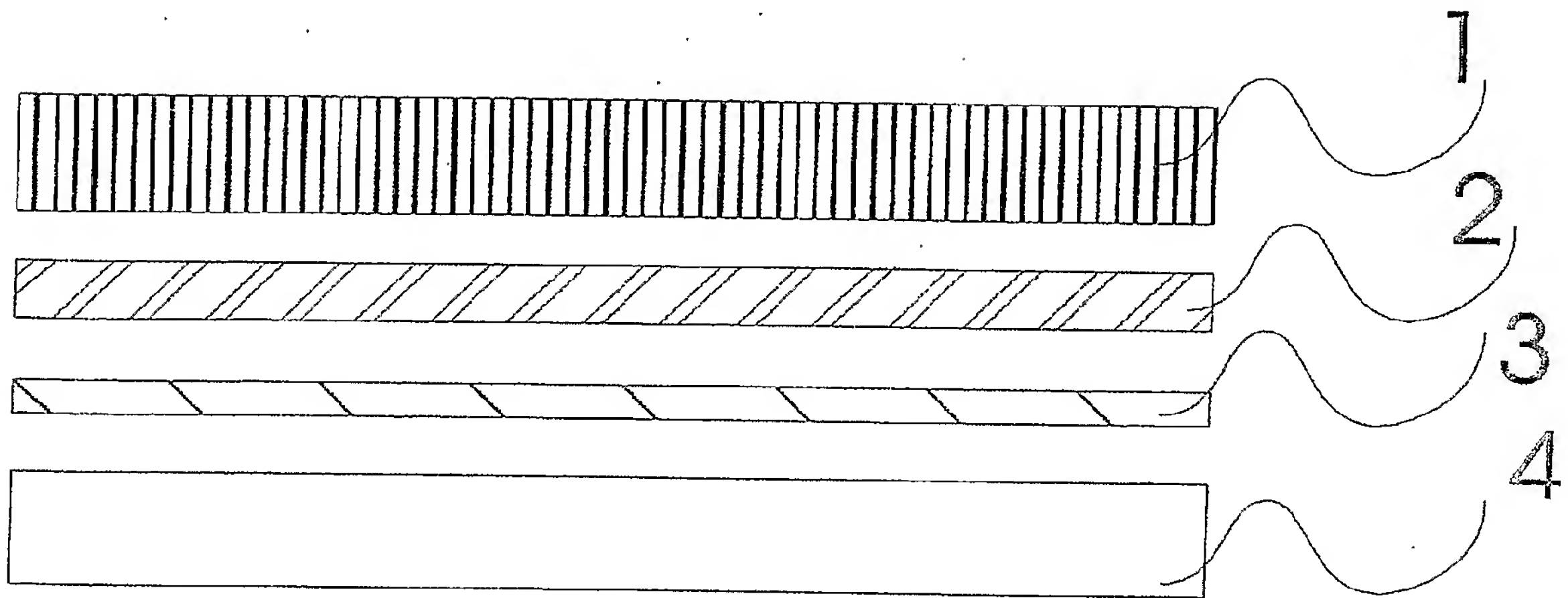


Fig. 1

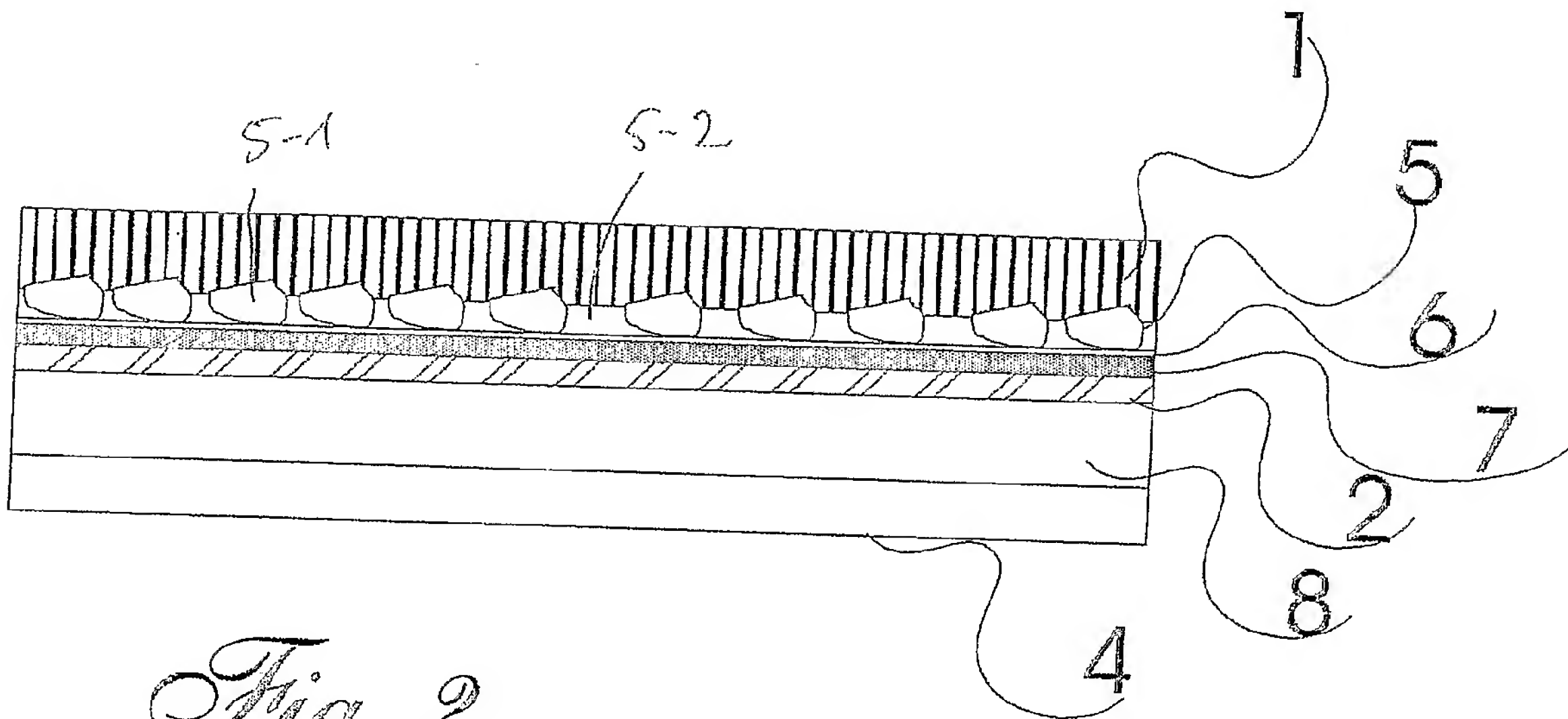


Fig. 2

J

CABINET NETTER

ale

1/1

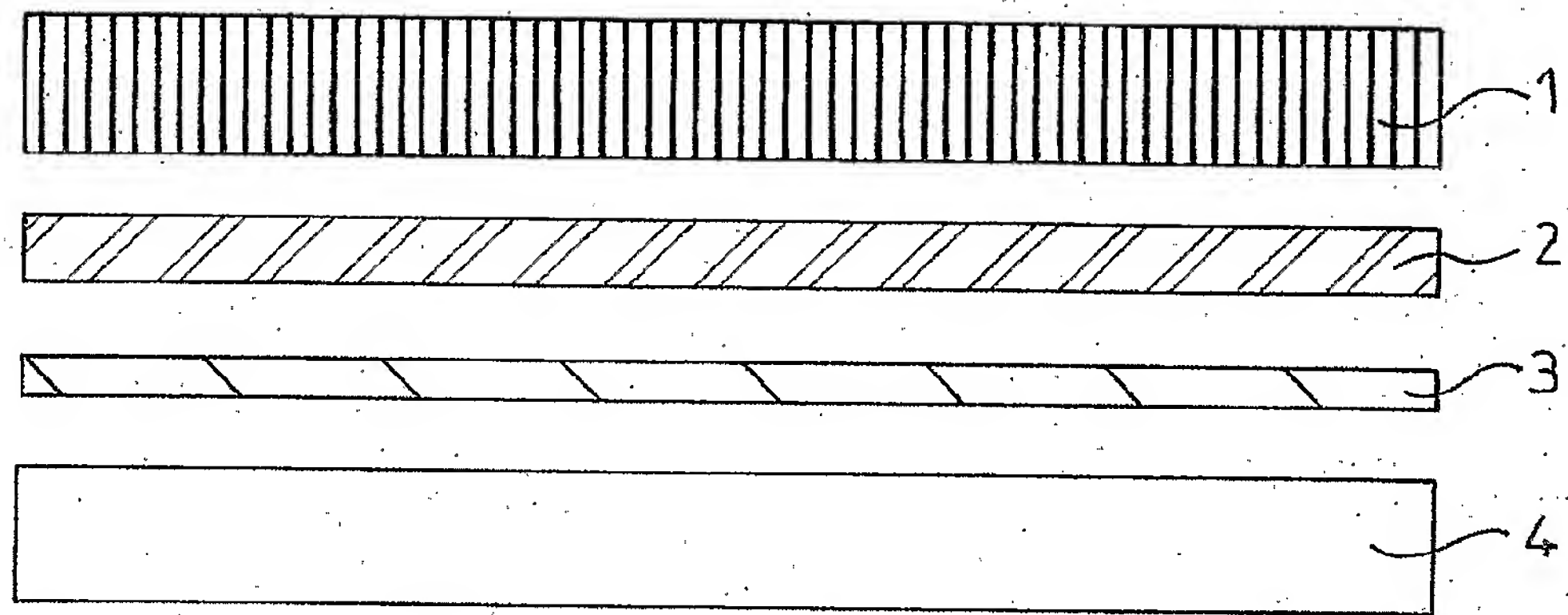


FIG. 1

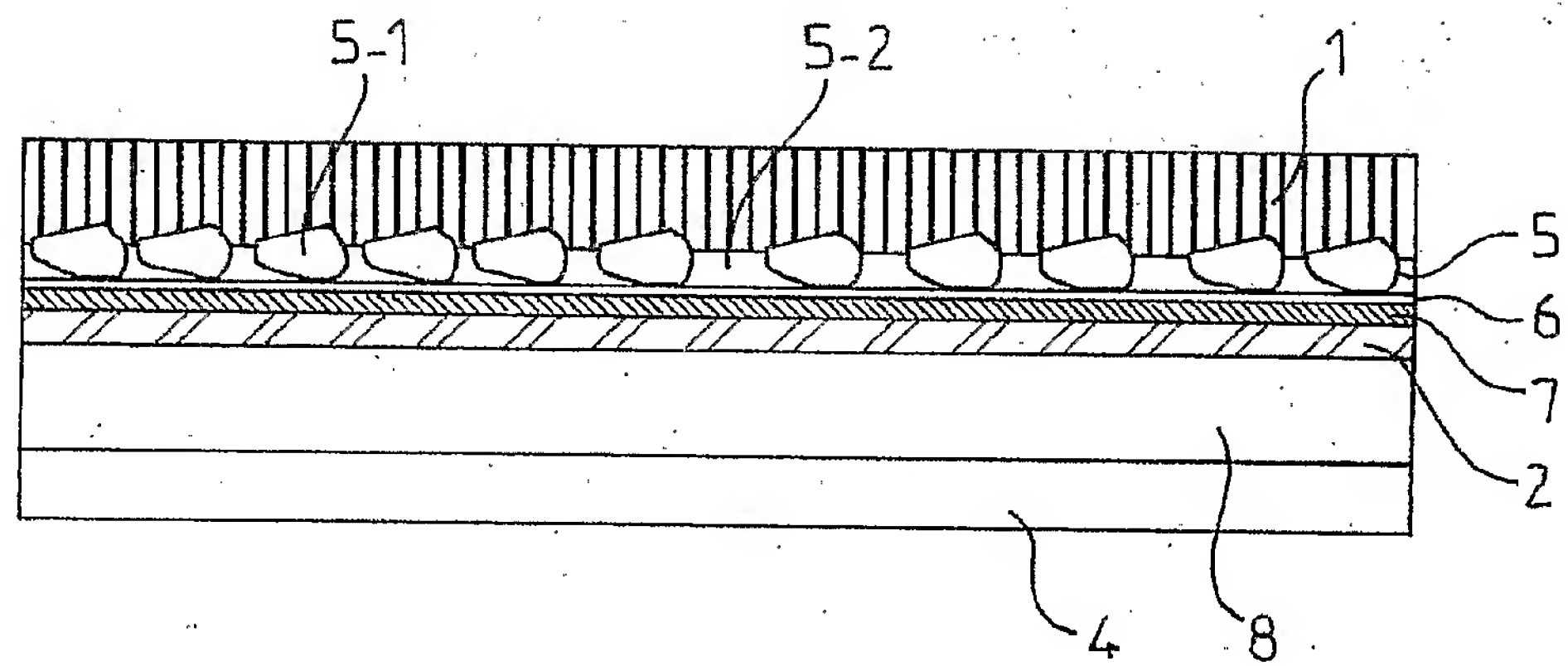


FIG. 2



DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg

75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

BREVET D'INVENTION**CERTIFICAT D'UTILITÉ**

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11 235*02

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1.. / 2..

(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 W / 260899

Vos références pour ce dossier (facultatif)		ONERA 306 (120889)	
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		030 9154	
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) Procédé de brasage d'un alliage Ti-Al			
LE(S) DEMANDEUR(S) : ONERA (Office National d'Etudes et de Recherches Aérospatiales)			
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) : (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).			
Nom		HOFFMANN	
Prénoms		Carine	
Adresse	Rue	28 rue de Meyrin	
	Code postal et ville	01210	FERNEY-VOLTAIRE
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom		BACOS	
Prénoms		Marie-Pierre	
Adresse	Rue	19bis rue Pasteur	
	Code postal et ville	92160	ANTONY
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom		JOSSO	
Prénoms		Pierre	
Adresse	Rue	61 L'Aigle - 44 rue d'Erévan	
	Code postal et ville	92130	ISSY LES MOULINEAUX
Société d'appartenance (facultatif)			
DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire) Paris, le 25 juillet 2003 Jean-Claude ROUSSET n° conseil 92-1217 (B)(M)			



DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg

75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

BREVET D'INVENTION**CERTIFICAT D'UTILITÉ**

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11 235*02

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 2. / 2..

(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 W / 260899

Vos références pour ce dossier (facultatif)		ONERA 306 (120889)	
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		0309114	
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) Procédé de brasage d'un alliage Ti-Al			
LE(S) DEMANDEUR(S) : ONERA (Office National d'Etudes et de Recherches Aérospatiales)			
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) : (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).			
Nom		NAVEOS	
Prénoms		Serge	
Adresse	Rue	29 rue de Chateaubriand	
	Code postal et ville	92290	CHATENAY-MALABRY
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom			
Prénoms			
Adresse	Rue		
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom			
Prénoms			
Adresse	Rue		
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom			
Prénoms			
Adresse	Rue		
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire) Paris, le 25 juillet 2003 Jean-Claude ROUSSET n° conseil 92-1217 (B)(M)			

PCT/FR2004/001854

